



Evaluación tecnológica explotativa del motocultor Dongfeng DF 151L en preparación de suelo para sembrar maíz

Exploitative technological evaluation of the Dongfeng DF 151L motor cultivator in soil preparation for sowing maize

Autores: Byron Quimís-Guerrido^{1,2}
Felipe Franco-Plaza^{1,3}
Carlos Loor-Guerrero^{1,4}
Víctor Sempertegui-Campi^{1,5}
Juan Quimís-Pin²

Dirección para correspondencia: byronleonardogg@hotmail.com

Recibido: 18-03-2020

Aceptado: 10-08-2020

Resumen

La presente investigación se realizó en la “Finca Juanito”, coordenadas 1°19'46" LS y 80°35'3" LO, cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador. El objetivo es determinar los índices tecnológicos, explotativos y calidad de trabajo del motocultor marca DONGFENG DF 151L con rotovator en la preparación de suelo para siembra de maíz. Para determinación de las condiciones del área de observación y evaluación tecnológico-explotativa del motocultor DONGFENG 151L con rotovator, se utilizaron las metodologías de las normas cubanas NC 3447:2003 y NC 3437:2003 respectivamente. Las propiedades físico - mecánicas y granulometría del suelo, mediante norma AASHTO T-88, se determinaron en laboratorios de INIAP y la UTM. Los resultados dieron certeza que el suelo es apropiado para el cultivo de maíz, de textura arcilloso - limoso; densidad aparente 1,28 g/cm³; humedad

¹ Maestría en Agronomía Mención Mecanización Agrícola, Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

² Operadora de Capacitación Profesional (OPECAP), Jipijapa, Manabí-Ecuador. E-mail: juquipi_opecap@hotmail.com

³ Unidad Educativa Galo Plaza Lasso, Daule, Guayas-Ecuador. E-mail: renanfran_1503@hotmail.com

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Manta, Manabí-Ecuador. E-mail: blascorbus@hotmail.com

⁵ Reybanpac, km 2 ½ vía Valencia. Quevedo, Los Ríos-Ecuador. E-mail: vicos_69@hotmail.com

gravimétrica 13%; y resistencia a la penetración de 1,8 MPa, lo cual sugiere que la compactación no es restrictiva y presenta buenas condiciones para el cultivo de maíz; la obstrucción por residuos de cosecha anterior fue 0,21 kg/ha. Los índices de productividad por hora de tiempo limpio (W_{01}); de tiempo operativo (W_{02}); y de tiempo productivo (W_{04}) registran valores similares de 0,04 ha/h, se consideran aceptables. Los coeficientes de explotación alcanzaron valores cercanos e iguales a 1,0, se debe a la alta fiabilidad y seguridad técnica del motocultor. La evaluación tecnológica explotativa del motocultor DONGFENG 151L con rotovator cumple con la exigencia agrotécnica, para el cultivo de maíz. El ancho; profundidad; y velocidad de trabajo, registraron valores de $0,69 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$; $14,6 \text{ cm} \pm 1,3 \text{ cm}$; y $1,28 \text{ km/h} \pm 0,06 \text{ km/h}$ respectivamente. Las fracciones de terrones alcanzaron valores de $< 2,38 \text{ mm} - 9,5 \text{ mm}$, adecuados para el cultivo de maíz. Mediante precipitaciones pluviales, el suelo adquirió humedad apropiada, se utilizó la herramienta manual espeque, para siembra directa de la semilla de maíz.

Palabras clave: Besanas; calidad de trabajo; gasto de combustible específico; pendiente alta; productividad.

Abstract

This research was carried out in the "Finca Juanito", coordinates $1^{\circ}19'46''$ LS and $80^{\circ}35'3''$ LO, canton Jipijapa, province of Manabí, Ecuador. The objective is to determine the technological, exploitative and working quality indices of the DONGFENG DF 151L motor cultivator with rotovator in the preparation of soil for maize sowing. For the determination of the conditions of the observation area and technological-exploitative evaluation of the DONGFENG 151L cultivator with rotovator, the methodologies of the Cuban standards NC 3447:2003 and NC 3437:2003 respectively were used. The physical - mechanical properties and soil granulometry, by AASHTO T-88, were determined in INIAP and UTM laboratories. The results gave certainty that the soil is suitable for maize cultivation, of clay - silty texture; bulk density $1,28 \text{ g/cm}^3$; gravimetric humidity 13%; and penetration resistance of 1,8 MPa, which suggests that compaction is not restrictive and presents good conditions for the cultivation of maize; obstruction by residue from previous harvest was 0,21 kg/ha. The productivity rates per hour of clean time (W_{01}); of operating time (W_{02}); and of productive time (W_{04}) record similar values of 0,04 ha/h, are considered acceptable. The exploitation coefficients reached values close to and equal to 1,0, due to the high reliability and technical safety of the motocultor. The exploitative technological evaluation of the DONGFENG DF 151L cultivator with rotovator meets the agrotechnical requirement, for the cultivation of maize. The width; depth; and working speed, recorded values of $0,69 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$; $14,6 \text{ cm} \pm 1,3 \text{ cm}$; and $1,28 \text{ km/h} \pm 0,06 \text{ km/h}$ respectively. The fractions of clods reached values of $< 2,38 \text{ mm} - 9,5 \text{ mm}$, suitable for maize cultivation. By means of rainfall, the soil acquired appropriate humidity, and the manual tool was used for direct sowing of the maize seed.

Keywords: Besanas; quality of work; specific fuel consumption; high slope; productivity.

Introducción

El sector agropecuario influye en la economía del Ecuador, cubre el 95% de la demanda interna de los alimentos, genera empleo al 25% de la Población Económicamente Activa y aporta al PIB entre 8,2% y 8,8% (Pino et al., 2018).

La Economía Familiar Campesina del país, ha estado determinada por el tamaño de la superficie, los pequeños productores < cinco hectáreas que representan el 64,4% de las UPAs y controlan el 6,3% de la tierra; los propietarios < 10 ha representan el 76% de la UPAs y controlan el 11% de la tierra; y los grandes propietarios > 200 ha, apenas representan el 0,1% de las UPAs y controlan el 29% de la tierra (Carrión & Herrera, 2012).

Para Loo et al. (2019), los agricultores pequeños en su mayoría ocupan los servicios de contratistas informales, para preparación de suelo, que desconocen las reales necesidades de cada productor.

El motocultor es una fuente de potencia para las labores agrícolas, de manejo sencillo, además de optimizar los espacios disponibles en la agricultura protegida, o en pequeñas áreas en campo abierto (Yam-Tzee et al., 2019), es utilizado por pequeños productores africanos (Chew et al., 2013) y latinoamericanos. Su potencia no suele superar los 19 CV (Instituto de Seguridad y Salud Laboral, 2009).

La Dirección General de la Función Pública y Calidad de los Servicios (2009), indica que el motocultor es un vehículo autopropulsado de un eje, dirigible mediante unas manceras por un operador que marcha a pie, situándose detrás del apero que se le acople y/o también desde un asiento incorporado, una vez puesta en marcha la máquina, avanza hacia delante o en reversa, realizando la labor agrícola deseada (arar, roturar, aporcar, arrancar malas hierbas, transporte de productos, etc.).

Según Pérez et al. (2017), los beneficios de la mecanización que han atraído la atención de los agricultores son la oportunidad de las operaciones de campo, alta eficiencia, productividad y reducción de trabajos pesados.

Ayala et al. (2013), menciona que el usuario de maquinaria agrícola, busca seguridad en el funcionamiento y calidad de los tractores, por tal motivo se da la necesidad de realizar las pruebas pertinentes de evaluación de la calidad de trabajo de un conjunto agrícola.

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea*, los mejores rendimientos se obtienen en el rango comprendido entre 0 a 900 msnm (Deras, 2012).

Es un cultivo de crecimiento rápido, la temperatura ideal es entre 24 °C - 30 °C , se adapta a una amplia variedad de suelos, los idóneos son de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua (Deras, 2012). Según Lafitte (2013), la máxima densidad de raíces se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad.

Deras (2012), sostiene que en la preparación de suelo mecanizada, es conveniente realizar un pase de arado y dos o tres pases de rastra, entre 15 cm - 20 cm de profundidad dependiendo del tipo del suelo. Para Gordón (2012), se debe procurar que el último pase de rastra sea un día antes, o al momento y en el mismo sentido de la siembra.

De la producción nacional de maíz Manabí concentra el 24,74% (ESPAC, 2017), tiene una superficie plantada de maíz duro seco (grano seco) de 82 123 ha y maíz duro choclo (en choclo) de 79 ha, produciendo 457 421 t y 152 t respectivamente (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018).

En el cantón Jipijapa existen 3 083 UPAS dedicadas al cultivo de este cereal, produciendo aproximadamente 18 928 t (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Jipijapa, 2015).

El objetivo del presente trabajo es determinar los índices de productividad, coeficientes de explotación y evaluar la calidad de trabajo del motocultor marca DONGFENG DF 151L con rotovator, en la preparación de suelo para siembra de maíz en la “Finca Juanito”.

Metodología

La investigación se realizó en noviembre de 2019 en la “Finca Juanito”, coordenadas 1°19'46" LS y 80°35'3" LO, sector Estero Hondo al oeste del cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador, a 469 msnm. Según Álava (2019), en el sector la precipitación pluvial anual es 340,5 ml, la temperatura fluctúa entre 24 °C a 29 °C y la humedad relativa 60%.

La extensión; coordenadas geográficas; y altitud del terreno, se determinaron utilizando un GPS (GARMIN MAP 64s) con precisión +/-3 m, y el porcentaje de inclinación de la pendiente, con el método de nivelación diferencial (López, 2017).

Para conocer clase textural y características físicas del suelo, (humedad y densidad aparente), en el área de observación (Figura 1), se utilizó el método muestreo de suelo compuesto, al azar sistemático zigzag (Sosa, 2012), y por ser cultivo extensivo de secano, Buduba (2004) sugiere dos a tres muestras por hectárea, compuestas por 20 sub-muestras por unidad de muestreo, entre 0 - 20 cm de profundidad.

Se utilizó un flexómetro (STANLEY), de 5 m con precisión 1 mm, y con el método de cuarteo, para homogenizar la muestra de entre 0,5 kg - 1 kg (Schweizer, 2011), se envía al laboratorio de INIAP - Portoviejo.



Figura 1. Toma de datos del área de observación, “Finca Juanito”.

La resistencia del suelo a la penetración, se determinó con un penetrómetro de cono análogo AGRATRONIX 08180 (Estándar ASAE S313.3) precisión de 2 kgf, con profundidad de penetración de hasta 0,60 m, en incrementos de 0,0762 m (AgraTronix, s/f.).

La obstrucción en la parcela por residuos de cosecha anterior, se estableció por el método determinación de la masa (NC 34-47, 2003), se utilizó una balanza digital (OHAUS Scout Pro) con sensibilidad de 0,1 g.

Mediante las técnicas de observación y cronometraje se obtuvo los tiempos operativos e inactivos del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, las características técnicas se muestran en la Tabla 1, medidos durante turnos de trabajo utilizando un cronómetro digital (EWTTO ET-K9310) con 0,01 s de precisión, resultados que sirvieron para el cálculo de índices tecnológicos y coeficientes de explotación (NC 34-37, 2003; De las Cuevas et al., 2014).

El combustible consumido por el motocultor DONGFENG DF 151L (Figura 2), se obtuvo llenando el tanque con capacidad de 12 L, al inicio y final de la jornada de trabajo, utilizando un recipiente de un litro con apreciación de 100 cc.



Figura 2. Consumo de combustible (diesel) del motocultor marca DONGFENG DF- 151L

La profundidad de trabajo del motocultor DONGFENG con rotovator, se estableció mediante 30 mediciones en cada pase (Quimis-Guerrido &

Shkiliova, 2019), desde la superficie hasta la zona no labrada del suelo, se utilizó un flexómetro (STANLEY).

La velocidad de trabajo se determinó midiendo el tiempo que tarda el motocultor DONGFENG con rotovator en recorrer una distancia de 50 m, con tres repeticiones (Iglesias, 2002).

Luego del trabajo de arado del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, en condiciones de laboratorio en la Universidad Técnica de Manabí (UTM), se determinó la calidad de mullido del suelo (Figura 3), mediante la norma AASHTO T-88:2004 (Ulloa, 2011), utilizando una balanza digital (ADAM) con sensibilidad de 0,01 g y seis tamices (HUMBOLDT) de: 75 mm; 50 mm; 25 mm; 9,5 mm; 4,75 mm y 2,38 mm.



Figura 3. Análisis granulométrico para determinar la calidad de mullido del suelo, por tamices, en Laboratorio Mecánica de los suelos de la UTM.

Tabla 1. Características técnicas del motocultor marca DONGFENG DF-151L (Fuente: Manual DONGFENG DF 121 -181 Series)

Modelo	DF 151L
Tipo	Eje sencillo de propósito dual para tracción y transmisión.
Dimensiones generales, (L x A x Alt),	2 680 x 960 x 1 290
Ancho de trocha, mm	Ajuste entre 800; 740; 640 y 580
Despeje mínimo, mm	185 del piso a la parte baja de la transmisión final.
Ancho de roturación, mm	600
Radio mínimo de giro, mm	1 200
Peso, kg	445
Sistema de transmisión:	Bandas trapezoidales tipo B
Potencia del motor al embrague.	Tipo seco, disco de doble fricción y contacto constante.
Tipo de embrague.	2,3 kN
Fuerza de tracción.	207/340 baja / alta
Velocidad del rototiller, min ⁻¹	
Motor (Diésel)	
Modelo.	ZS1100N
Potencia de salida, kW/hp	10,5/14
Velocidad nominal, r/min	2 200

Se determinó por la proporción de las masas de fracciones de terrones inferiores a 50 mm a la masa total de la muestra expresada en por cientos, se debe asegurar aproximadamente un 80% de terrones de 1 mm a 50 mm de tamaño en el nivel superior, no se permite la formación de fracciones de más de 75 mm (Iglesias, 2002).

El procesamiento de datos se realizó mediante hojas de cálculo de Excel y software estadístico (Infostat 2017).

Resultados

Caracterización del área de observación.

El trabajo de arado del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, se evaluó en las condiciones de la “Finca Juanito”, los resultados se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características del área de observación, “Finca Juanito”.

Denominación	U/M	Resultados
Extensión del terreno	ha	6,8
Tipo de suelo	-	Arcilloso-Limoso
Relieve-Pendiente min. / máx.	%	10 / 22
Cultivo anterior/ a sembrar	-	Maíz
Densidad aparente	g/cm ³	1,28
Humedad gravimétrica	%	13,00
Resistencia del suelo, antes labor de labor de arado en la:		
Profundidad 7,62 cm	MPa	1,09
Profundidad 15,24 cm	MPa	1,69
Profundidad 22,86 cm	MPa	1,96
Profundidad 30,48 cm	MPa	1,97
Profundidad 38,10 cm	MPa	2,0
Profundidad 45,72 cm	MPa	2,0
Obstrucción por cosecha anterior	kg/ha	0,21

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentaron un suelo de textura Arcilloso-Limoso, relieve del terreno promedio de 16%, clasificada como Pendiente Alta (mayor de 12% hasta 25%) (NC 34-47, 2003).

La densidad aparente 1,28 g/cc, humedad gravimétrica 13% y nula pedregosidad permitieron el trabajo del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, en primera marcha debido a la inestabilidad de la máquina por relieve del terreno.



Figura 4. Resistencia del suelo a la penetración.



Figura 5. Obstrucción por residuos de cosecha anterior.

La resistencia del suelo a la penetración (Figura 4), alcanzó en promedio 1,8 MPa, clasificado como suelo de compactación intermedia moderada ($1 \text{ MPa} < 2 \text{ MPa}$) (Safar et al., 2011; USDA, 2017), lo cual sugiere que la compactación no es restrictiva, que el suelo se encuentra en buenas y regulares condiciones para el crecimiento de las raíces de cultivos (Otto et al., 2011; AgraTronix, s/f).

La obstrucción por residuos de cosecha fue 0,21 kg/ha, en la Figura 5 se observa el registro del peso de la muestra en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UTM.

Resultados del cronometraje.



Figura 6. Motocultor marca DONGFENG DF 151L con rotovator

Los tiempos de trabajo, del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator (Figura 6), se registraron en jornada de tres turnos, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

El tiempo general de observación (T_g) fue de 17,3 h, de los cuales a trabajo limpio (T_1) corresponden 15,12 h, se registró pérdida de tiempo en virajes (T_{21}) por 0,61 h.

Tabla 3. Tiempos de trabajo del motocultor marca DONGFENG DF-151L con rotovator.

Denominación	h
Tiempo limpio de trabajo (T_1)	15,2
Tiempo para virajes (T_{21})	0,61
Tiempo para la ejecución del mantenimiento técnico diario (T_{31})	0,54
Tiempo de descanso del personal de servicio de la máquina de ensayo (T_5)	0,08
Tiempo de traslado de la máquina de ensayo, del campo o viceversa (T_{61})	0,72
Tiempo para toma de muestras y pesajes, fotografías e instrucciones (T_{83})	0,14
Tiempo general de observación (T_g)	17,3

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Por la dirección general, movimiento de lazo abierto.

Índices de productividad.

En la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos del cálculo de índices de productividad en base a resultados registrados de los tiempos operativos e inactivos del motocultor DONGFENG DF- 151L con rotovator durante el periodo de observación.

Tabla 4. Índices productividad del motocultor marca DONGFENG DF- 151L. Fuente: Elaboración propia.

Denominación de los índices	Valor	U/M
Volumen de trabajo realizado	0,65	ha
Productividad por hora de tiempo limpio (W_{01})	0,04	ha/h
Productividad por hora de tiempo operativo (W_{02})	0,04	ha/h
Productividad por hora de tiempo productivo (W_{04})	0,04	ha/h
Productividad por hora de tiempo turno sin fallo (W_t)	0,04	ha/h
Productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07})	0,04	ha/h

El volumen de trabajo realizado por el motocultor DONGFENG DF 151L fue 0,65 ha, todas las productividades alcanzaron valores similares 0,04 ha/h.

Coeficientes de explotación.

Los resultados que se obtuvieron del cálculo de los coeficientes de explotación se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Coeficientes de explotación del motocultor marca DONGFENG DF- 151L

Denominación de los coeficientes	Valor
Coeficiente de pases de trabajo (K_{21})	0,97
Coeficiente de servicio tecnológico (K_{23})	1,00
Coeficiente de mantenimiento técnico (K_3)	0,97
Coeficiente de seguridad tecnológica (K_{41})	1,00
Coeficiente de seguridad técnica (K_{42})	1,00
Coeficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04})	0,93
Coeficiente de utilización del tiempo explotativo (K_{07})	0,90

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de seguridad técnica del motocultor marca DONGFENG DF 151L fue 1,0; no se registraron pérdida de tiempos en fallos técnicos y tecnológicos.

Consumo de combustible.

El consumo de combustible del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovalor, en la preparación de 0,65 ha de suelo Arcilloso – Limoso para siembra de maíz fue 15,7 L, el gasto específico por unidad de trabajo 24,15 L/ha, y por hora de explotación 0,92 L/h.

Calidad de trabajo.

Los resultados obtenidos para primer y segundo pase de trabajo se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6. Velocidad, profundidad y ancho de trabajo del motocultor marca DONGFENG DF 151L.

Pase #	Estadígrafos	Velocidad (km/h)	Profundidad (cm)	Ancho (m)
1	Media	1,24	9,5	0,69
	Desviación estándar	$\pm 0,02$	$\pm 1,6$	$\pm 0,02$
	Coeficiente de variación (%)	1,5	17	2,9
2	Media	1,28	14,6	0,69
	Desviación estándar	$\pm 0,06$	$\pm 1,3$	$\pm 0,01$
	Coeficiente de variación (%)	4,3	8,6	1,4

Fuente: Elaboración propia.

El motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, en el segundo pase de trabajo, alcanzó una profundidad de trabajo de $14,6 \text{ cm} \pm 1,3 \text{ cm}$ a velocidad de $1,28 \text{ km/h} \pm 0,06 \text{ km/h}$, se encontraba en la primera velocidad teórica de $1,5 \text{ km/h}$ según datos (Manual DONGFENG DF 121 -181 Series). El ancho de trabajo fue en promedio $0,69 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

Análisis granulométrico.

En el laboratorio Mecánica de los Suelos de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), se realizó el análisis de calidad de mullido del suelo, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 7).

Tabla 7. Resultado de granulometría por tamices.

Tamiz (mm)	Retención (g)	Porcentaje (%)
75-50- 25	-	-
9,5	939,95	62,66
4,75	256,33	17,09
2,38	140,03	9,34
< 2,38	162,67	10,84

Fuente: Elaboración propia.

No hubo retención en tamices de 75 mm; 50 mm y 25 mm, la mayor cantidad de retención 62,66 % se obtuvo en el tamiz de 9,5 mm, las fracciones menores a 2,38 mm representan el 10,84% de la muestra total.

Discusión

Caracterización del área de observación.

Para (Lanza et al., 1999), los suelos del tipo Arcilloso – Limoso son de textura fina, fértiles, de alta retención de humedad y se consideran pesados, datos proporcionados por el (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Jipijapa, 2015), en el 72% de su territorio, predominan suelos característicos, apropiados para cultivo de maíz.

Basantes (2015), sostiene que el crecimiento de las raíces está en relación con el de la planta, humedad y compactación del suelo. En concordancia Carrasco & Riquelme (2010), indican que la humedad y consistencia del suelo son factores básicos para la utilización del arado, en lo posible de hasta el 15% de humedad, la resistencia del suelo a la penetración, en el área de observación de 1,8 MPa, sugiere que la compactación no es restrictiva y que el suelo se encuentra en buenas condiciones para el crecimiento de las raíces de los cultivos.

El relieve del terreno, pendiente alta 16% en promedio, exige al operador trabajar con precaución por la inestabilidad del motocultor DONGFENG DF151L, sin embargo el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008), consideran estables, labores forestales en pendientes de hasta el 35%, por otra parte Córdova & Valverde (2002), manifiestan que en provincia del Carchi el tractor, en labor de preparación de suelo, se utiliza en pendientes de hasta 55% e indican que la mecanización bajo estas condiciones se realiza a favor de la pendiente.

Índices de productividad y coeficientes de explotación.

La productividad del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, está dada en función del ancho, velocidad y eficiencia del trabajo. Los índices de productividad por hora de tiempo limpio (W_{01}); de tiempo operativo (W_{02}); y de tiempo productivo (W_{04}), registran valores similares de 0,04 ha/h, se consideran aceptables, a pesar del incremento de tiempo auxiliar, por la demora en (T_{21}) de 0,61 h; (T_{31}) registra valor de 0,54 h; no se presentaron fallos técnicos ni tecnológicos durante el periodo de observación. Productividades que superan las alcanzadas por el motocultor marca VARI de 6,5 hp de procedencia Checa 0,03 ha/h en trabajo de labranza (Kebede & Getnet, 2017), pero inferiores a las logradas por el motocultor marca YTO DF 15L, de 16 hp 0,06 ha/h (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019), en similar labor.

Los coeficientes de explotación alcanzaron valores cercanos e iguales a 1,0 durante el periodo de observación, se debe a la alta fiabilidad y seguridad técnica del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, resultados semejantes a los proporcionados por (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019), con el motocultor YTO DF 15L.

Consumo de combustible.

El consumo de combustible de una máquina tiene relación directa con la potencia, a mayor potencia mayor consumo de combustible (Ayala, Audelo, et al., 2013).

El gasto de combustible del motocultor DONGFENG DF 151L en 0,65 ha fue 15,7 L.

El consumo específico por unidad de trabajo (C_e) fue 24,15 L/ha, se debe a que el operador trabajó en primera marcha 1,28 km/h \pm 0,06 km/h por el relieve del terreno, pendiente alta, a velocidad teórica de 1,5 km/h según (Manual DONGFENG DF 121 -181 Series), consumo superior al reportado por el motocultor YTO DF 15L de 16,52 L/ha (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019), que realizó trabajo de arado en relieve llano, la velocidad de trabajo 1,84 km/h, está entre la primera y la segunda velocidad teórica (1,4 km/h y 2,5 km/h) según el fabricante (Manual YTO), pero el consumo fue inferior a los proporcionado por (Kebede & Getnet, 2017) con el motocultor marca VARI de 6,5 hp de 34,17 L/ha.

El gasto de combustible por hora de explotación fue 0,92 L/h, valor que está dentro del rango establecido para este tipo de máquinas entre 10 hp - 20 hp, que según (Ayala, Cervantes, et al., 2013) tienen consumo promedio de 5,41 L/h, gasto similar al reportado de 0,91 L/h por el motocultor YTO DF 15L (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019).

Calidad de trabajo.

Una preparación de suelo bien realizada, facilita el nacimiento y desarrollo de la planta, la penetración de raíces y distribución uniforme de agua, semilla y fertilizantes.

La preparación del terreno para siembra de maíz se realizó en dos pases, el motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator, alcanza profundidad de trabajo de 14,6 cm \pm 1,3 cm a velocidad de 1,28 km/h \pm 0,06 km/h, que es aceptable para este tipo de implemento, entre 10 cm - 12 cm (MAG & FAO, 1996), pero inferior a la reportada por el motocultor YTO DF 15L de 15,9 cm \pm 1,2 cm a velocidad de 1,84 km/h (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019), y similar al resultado obtenido por el motocultor marca KOREI con el arado de doble surco de 14,7 cm de profundidad pero a menor velocidad 0,8 km/h (Yam-Tzee et al., 2019).

El ancho de trabajo del motocultor marca DONGFENG DF 151L, en un terreno Arcilloso - Limoso, fue en promedio 0,69 m \pm 0,01 m, superando el alcanzado por el motocultor marca YTO DF 15L, en un terreno Franco Arenoso Arcilloso 0,68 m (Quimis-Guerrido & Shkiliova, 2019)

El mullimiento del suelo debe relacionarse con el tamaño de la semilla, terrones grandes no establecen buen contacto con ella y el excesivo mullimiento facilita la compactación producida por el agua (Veas & Cortés, 2018). La calidad de mullido del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator en un suelo Arcilloso - Limoso fue satisfactoria. Las fracciones de terrones alcanzan valores de < 2,38 mm hasta 9,5 mm, según Navarro et al. (2000), el tamaño óptimo de la estructura del suelo para el cultivo del maíz está entre 0.25 mm a 10 mm.

Conclusiones

Los índices de productividad por hora de tiempo limpio (W_{01}); de tiempo operativo (W_{02}); y de tiempo productivo (W_{04}) registran valores similares de 0,04 ha/h, se consideran aceptables, a pesar del incremento de tiempo auxiliar (T_{21}) de 0,61 h; (T_{31}) registra valor de 0,54 h; no se registraron pérdidas de tiempo para la eliminación de fallos durante el periodo de observación.

Los coeficientes de explotación alcanzaron valores cercanos e iguales a 1,0, se debe a la alta fiabilidad y seguridad técnica del motocultor DONGFENG DF 151L

El consumo de combustible por hora explotativa del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator fue 0,92 L/h, es aceptable, está por debajo del consumo establecido para este tipo de máquinas, en promedio 5,41 L/h. El valor promedio de consumo específico (C_e) 24,15 L/ha, se debe al trabajo de arado en primera marcha 1,28 km/h \pm 0,06 km/h (mayor potencia), por relieve del terreno, resistencia a la penetración y humedad del suelo.

La evaluación tecnológico y explotativa del motocultor DONGFENG DF 151L con rotovator en preparación de suelo, en las condiciones de la “Finca Juanito”, cumple con la exigencia agrotécnica, para el cultivo de maíz.

La calidad de trabajo se considera satisfactoria, alcanzó ancho de trabajo promedio de 0,69 m \pm 0,01 m, la profundidad de trabajo en dos pases registra valor 14,6 cm \pm 1,3 cm a velocidad de 1,28 km/h \pm 0,06 km/h.

Las fracciones de terrones alcanzan valor máximo de 9,5 mm. Apenas se presentaron las precipitaciones pluviales, de la temporada invernal, el suelo adquirió humedad apropiada, permitiendo la siembra directa de la semilla de maíz, utilizando la herramienta manual espeeque.

Es escasa la maquinaria agrícola en el cantón Jipijapa para pequeños productores, de hasta 10 ha, en especial para este tipo de relieves, pendiente alta.

Referencias bibliográficas

AgraTronix. (n.d.). *Operators manual: soil compaction tester*.

Álava, P. (2019). Composición Florística y Estructura del Bosque Seco de la Subcuenca Hidrográfica Estero Hondo del Cantón Jipijapa. In 2019. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Carrera de Ingeniería Forestal.

Ayala, A., Audelo, M., Sánchez, M., Cervantes, R., Velázquez, N., Vargas, J., Garay, M., & Mijanos, M. (2013). Impacto de las pruebas de tractores agrícolas en México: determinación de potencia a la toma de fuerza, levante hidráulico, cabinas y marcos de seguridad. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22, 6–14.

Ayala, A., Cervantes, R., Audelo, M., Velázquez, N., & Vargas, J. (2013). La normalización y certificación de tractores agrícolas en México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22, 86–93.

Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador* (D. Andrade (ed.); Primera ed.). ESPE. [https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo Cultivos Ecuador.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo_Cultivos_Ecuador.pdf)

Buduba, C. (2004). Muestreo de suelos. Criterios básicos. *Patagonia Forestal*, 1, 9–12. http://ciefap.org.ar/documentos/fichas/FTA10N1Muestreo_de_suelos.pdf

Carrasco, J., & Riquelme, J. (2010). *Manejo de Suelos para el Establecimiento*

de Huertos Frutales. *Boletín INIA*, N.207.

Carrión, D., & Herrera, S. (2012). Ecuador rural del siglo XXI. In M. Cevallos (Ed.), *Instituto de Estudios Ecuatorianos*.

Chew, A., Jones, D., Anderson, C. L., & Gugerty, M. K. (2013). Chinese Agricultural Machinery for SSA. *Evans School of Public Affairs*, 218, 1–27.

Córdova, J., & Valverde, F. (2002). *Evaluación De La Erosión Causada Por Labranza Con Arado Y Rastra En Carchi-Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2510/1/iniapsc348e.pdf>

De las Cuevas, H., Díaz, M., Gómez, I., & Paneque, P. (2014). Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4), 35–38.

Deras, H. (2012). *Guía técnica. El cultivo de maíz*. <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

ESPAC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. In *Agro Sur* (Vol. 2, Issue 2). <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Jipijapa, G. (2015). *Actualización del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Jipijapa*.

Gordón, R. (2012). Manejo integral del cultivo de maíz. *Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá*, 20. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31749.65768>

Iglesias, C. (2002). *Indicaciones metodológicas para la realización de las actividades prácticas de laboratorio del curso “Prueba y evaluación de maquinaria agrícola”*. UACH. Edo.

Kebede, L., & Getnet, B. (2017). Performance of single axle tractors in the semi-arid central part of Ethiopia. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 27(1), 37–53–53.

Laboral, I. de S. y S. (2009). *Motocultor. Ficha Divulgativa FD-35*.

Lafitte, H. R. (2013). El cultivo del maíz : Guía para uso de empresas privadas , consultores individuales y productores. In *Cimmyt*. <file:///C:/Users/win7/Documents/MAIZ.pdf>

Lanza, G., Minnick, G., & Villegas, V. (1999). *Educación Ambiental para el Trópico de Cochabamba. El suelo, diferencias según su aspecto físico y químico*. FAO, Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación. <http://www.fao.org/3/ah645s/AH645S04.htm>

Loor, O., Cevallos, R., & Shkiliova, L. (2019). *Diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí , Ecuador Diagnosis of Agricultural Mechanization in Four*. 28(1), 1–8 <file:///C:/Users/home/Documents/Artículo Cientí>

- López, J. (2017). *Informe de Altimetría, Pendientes y Orientación*.
- MAG, M. de A. y G., & FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (1996). *Uso del Arado de Cíncel para la Producción Agrícola y la Conservación de Suelos y Agua. Proyecto MAG/FAO/HOLANDA GCP/COS/012/NET*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, M. (2018). *Cifras Agroproductivas. Sistema de Información Pública Agropecuaria*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Miranda-Caballero, A., Morejón-Meza, Y., & Paneque-Rondón, P. (2019). La cosecha mecanizada de arroz: experiencias y retos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3), 1–12.
- Navarro, A., Figueroa, B., Ordaz, V., & Gonzáles, F. (2000). Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra Latinoamericana*, 18(1), 61–69.
- NC 34-37:2003, O. N. de N. (2003). *Máquinas Agrícolas y Forestales Metodología para la evaluación Tecnológico - explotativa*.
- NC 34-47:2003, O. N. de N. (2003). *Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo*.
- Otto, R., Silva, A. P., Franco, H. C. J., Oliveira, E. C. A., & Trivelin, P. C. O. (2011). High soil penetration resistance reduces sugarcane root system development. *Soil and Tillage Research*, 117, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.005>
- Pérez, J., Herrera, M., Vivas, R., García, G., & Valdiviezo, R. (2017). La mecanización agrícola: campo de acción de la ingeniería agronómica. *Siembra*, 4(1), 59–65.
- Pino, S., Aguilar, H., Apolo, A., & Sisalema, L. (2018). Contribution of the agricultural sector to the economy of Ecuador. Critical analysis of its evolution in the period of dollarization. Years 2000 - 2016. *Espacios*, 39(32).
- Quimis-Guerrido, B., & Shkiliova, L. (2019). Technological and Operation Evaluation of the YTO DF-15L Rototiller in Soil Preparation for Watermelon. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2), 1–10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Safar, S., González, H., & Cappelli, N. (2011). Effect of rotary plows on some physical properties of a clay loam soil. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 32–44.
- Schweizer, S. (2011). *Muestreo Y Análisis De Suelos Para Diagnóstico De Fertilidad* (M. Mesén & L. Ramírez (eds.); CENCOOD-).

<https://doi.org/10.1026//0033-3042.53.2.61>

Servicios, D. G. de la F. P. y C. de los. (2009). *Prevención de Riesgos Laborales en Tareas de Conducción de Maquinaria Agrícola. Plan de Formación Mínima Necesaria*.

Sosa, D. A. (2012). Manejo de Suelos. Técnicas de Toma y Remisión de Muestras de Suelos. In *Instituto Nacional de Tecnológico Agropecuario*.

Ulloa, A. (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. *Métodos y Materiales*, 1(1), 39–50. <https://doi.org/10.15517/mym.v1i1.8393>

USDA, U. S. D. of A. (2017). Soil Survey Manual Agriculture. In *Handbook No. 18* (Issue 18). <https://doi.org/10.1097/00010694-195112000-00022>

Veas, E., & Cortés, H. (2018). Manual del cultivo de la Quinoa. Cultivo ancestral como una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático. In P. Jofré, L. Cifuentes, P. Molina, & C. Vásquez (Eds.), *CEAZA; INIA* (Primero ed). Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Yam-Tzee, A., Santos-Chávez, A., Pérez-Ortíz, S., & Alfonso-García, M. (2019). Evaluación de factores técnicos y de operación de un motocultor con arado y cultivador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), 6.

